

## 成果与方法

## 浅议空间信息网格

潘宝玉,温象东

(山东省地质测绘院,山东 济南 250011)

**摘要:**网格是科学家针对当今的一些科学难题于 20 世纪 90 年代初提出的新概念。它将分布在不同地理位置的计算资源包括 CPU、存储器、数据库等,通过高速的互联网组成充分共享的资源集成,从而提供一种高性能计算、管理及服务的资源能力。在不久的将来很可能像今天的 Internet 一样占据人们的生活,而成为继 Internet 和 Web 之后正在到来的第三大浪潮。据统计,与空间位置有关的空间信息在信息总量中约占 80%,社会发展和国民经济的持续增长必然对空间信息资源有空前巨大的需求。网格技术为空间信息获取与处理提供了新的技术途径,在空间信息科学领域具有非常广阔的应用前景。

**关键词:**网格技术;空间信息;资源集成

**中图分类号:**TP393.4 **文献标识码:**A

## 1 概述

近年来,新闻媒体和全球高科技会议上出现最多的热点词汇莫过于“Grid”,即“网格”。这个人们现在还觉得陌生的名词,在不久的将来很可能像今天的 Internet 一样占据人们的生活。据了解,目前世界各国政府及企业均在大力研究和发 展被称为是下一代互联网的网格技术。无疑网格已成为继 Internet 和 Web 之后正在到来的第三大浪潮。

网格是科学家针对当今的一些科学难题于 20 世纪 90 年代初提出的新概念。它将分布在不同地理位置的计算资源包括 CPU、存储器、数据库等,通过高速的互联网组成充分共享的资源集成,从而提供一种高性能计算、管理及服务的资源能力<sup>[1]</sup>。人们用这些资源就像用电源一样,不必计较这些资源的来源和负载情况。通过网格计算技术,位于日内瓦的西欧高能物理研究中心工作人员,在网上操作,就可以把任务交给位于法国里昂的计算机集群上去完成,而不必花许多钱去建立一个巨大的计算机集群。美国计算网格项目的领导人之一伊安·福斯特曾这样描述:“网格是构筑在互联网上的一组新兴技术,它将高速互联网、计算机、大型数据库、传感器、远程设备等融为一体,为科技人员和普通老百姓提

供更多的资源、功能和服务。”这其中当然包括通信资源、软件资源、信息资源、知识资源等。

据统计,与空间位置有关的空间信息在信息总量中约占 80%,社会发展和国民经济的持续增长必然对空间信息资源有空前巨大的需求。网格技术为空间信息获取与处理提供了新的技术途径,在空间信息科学领域具有非常广阔的应用前景。发展空间信息网格将从空间信息应用与服务的技术体系和基础框架角度推动我国空间信息资源的共享与应用,满足日益增长的多层次、多样化空间信息应用需求,这对提升我国空间信息基础技术和应用的水平,促进国民经济和社会发展,具有十分重要的意义。

## 2 网格的发展历史与现状

20 世纪 90 年代初,根据网上主机大量增加,但其利用率却并不高的情况,美国国家科学基金会(NFS),将其 4 个超级计算中心构筑成一个能够进行元计算(meta-computing)的整体,通过网络将计算资源连接起来,形成对用户透明的超级计算环境,即近年来所称的“网格计算”。网格方面的代表性研究工作还有美国的国家技术网格(NTG)、分布万亿次级计算设施(DTF)、美国宇航局的 IDG、美国能源部的 ASCI Grid 以及欧盟的 Data Grid 等。国际

收稿日期:2004-09-09;修订日期:2005-04-18;编辑:王先起

作者简介:潘宝玉(1957-),男,山东曹县人,教授级高级工程师,主要从事 3S 技术研究及测绘技术管理工作。

上的网格研究主要采用开放源码、公开合作的方式。据悉,美国政府近 10 年来,累计用于网格的基础研究经费已近 5 亿美元。美国军方更为积极,美国国防部已在规划实施一个宏大的网格计划,叫做“全球信息网格(Global Information Grid)”,预计在 2020 年完成。作为这个计划的一部分,美国海军和海军陆战队,已先期启动一个 160 亿美元的 8 年项目,包括系统的研制、建设、维护和升级。英国政府已决定投资 1 亿英镑,用来建设“英国国家网格(UK National Grid)”。

由于网格计算有望提供下一代分布式应用和服务,对信息系统的研究和发展有着深远的影响<sup>[2]</sup>。因此,一些公司和研究所也纷纷加入了网格的研究或试验行列。美国能源部的山地亚国家实验室最近宣布,他们的“先进战略计算创新计划网格(ASCI Grid)”主要用于核武器研究。美国国防部和欧洲能源机构等都在两三年前先后开始采用网格技术。IBM 公司部署了一个内部研究网格,以便于分散在美国、以色列、瑞士等地的 IBM 研究人员共享计算资源。Sun 和 Microsoft 等 IT 公司的研究部门也参与了各项分布式计算研究项目。医药、化工、通信、电子、汽车等领域的一些大公司,如辉瑞、爱立信、日立、宝马、联合利华等,都已经开始构造和使用内部网格。

同世界其他各国政府一样,为大幅度提高我国的综合国力和国际竞争能力,我国政府对于网格的建设也十分关注,并在 863 专项中提出了具体的目标,即:建设“中国国家网格(China National Grid,简称 CN-Grid)”,以提供高性能计算、资源共享、协同工作的能力;在科学研究、环境资源、制造业、服务业中建设若干大型行业应用网格;研制面向网格计算,具有良好的应用开发环境的高性能计算机,装备网络结点,促进我国高性能计算机的研究和产业化;研究以网格软件为代表的网格核心技术,在网格体系结构和网格软件、网格应用技术、网格服务模式、网络安全以及网格管理和运行机制等方面突破一批关键技术,推动网格的产业化进程。

与此同时,联想和中科院计算所分别推出了深腾 6800 高性能计算机和曙光 4000A 超级服务器;地质、气象、航空、基因、森林资源与林业生态等 7 大行业的应用网格项目建设先后启动;现已建成了中科院、上海、清华大学等 7 个网络结点;中科院计算

所围绕网格路由器、网格操作系统、工具软件包、信息网格平台、知识网格以及安全系统进行系列研发,形成了“织女星网格”品牌;联想推出了“关联应用”的网格发展战略,已有部分产品面世。而目前最有代表性的是中国教育网格,这项“迄今世界上最大的教育网格”由 12 所大学联合推出,可实现全国 100 所重点大学资源共享。工程建成后将大大简化和方便全国教育系统的资源配置,其应用将涵盖生命科学、图像处理、远程教育等众多领域。

### 3 空间信息网格的体系结构

#### 3.1 Globus 项目简介

Globus 是美国 Argonne 国家实验室的研发项目,全美有 12 所大学和研究机构参与了研究与试验。Globus 对资源管理、安全、信息服务及数据管理等网格计算的关键理论进行了研究,开发能在各种平台上运行的网格计算工具软件(Toolkit),帮助规划和组建大型的网格试验平台,开发适合大型网格系统运行的应用程序。按 Globus 的定义,所有用于共享的实体都是资源,计算机、存储器、数据、软件等是资源,分布式文件系统、缓冲池等也是资源。对于共享而言,有价值的不是设备本身而是实体的接口或界面。在 Globus 看来,现有的共享方案,比如互联网,ASP,SSP,Java,CORBA,DCE 等,在共享配置的灵活性或在共享资源种类上不能完全满足虚拟组织的需要。同时,Globus 并不试图取代现有技术,而是希望在现有技术之上建立更高层次的共享。

Globus 的网格计算协议建立在互联网协议之上,以互联网协议中的通信、路由、名字解析等功能为基础。Globus 的协议分为 5 层:构造层、连接层、资源层、汇集层和应用层。每层都有自己的服务、API 和 SDK,上层协议调用下层协议的服务。网格内的全局应用都通过协议提供的服务调用操作系统。

目前,Globus 体系结构已为一些大型网络应用所采纳。研究人员已经在天气预报、高能物理实验、航空器研究等领域开发了一些基于 Globus 网格计算的应用程序,效果比较好。虽然这些应用仍属试验性质,但它至少表明,网格计算可以胜任不少用超级计算机难以胜任的大型应用任务。

#### 3.2 空间信息网格的功能及体系结构

空间信息网格(Spatial Information Grid,SIG)

是一种汇集和共享地理上分布的海量空间信息资源,对其进行一体化组织与处理,从而具有按需服务能力和强大空间数据管理与信息处理能力的空间信息基础设施。空间信息网格是一个分布的网络化环境,连接空间数据资源、计算资源、存储资源、处理工具和软件以及用户,能够协同组合各种空间信息资源,完成空间信息的应用与服务。在这个环境中,用户可以提出多种数据处理的请求,以确保来自任何空间信息源的空间信息(any resource),经过处理能在任何时候(anytime)发送并服务于在任何地点(anywhere)任何有需求而且有相应权限的最终用户(anyone)。

空间信息网格是在计算力服务、宽带传输和超大规模数据存储等网格支撑环境基础上建立的一个多层次的空间应用服务体系。根据现有的网格体系结构,结合空间信息应用服务领域的固有特性,笔者认为空间信息网格主要应由资源层、服务层和应用层 3 个层次组成。

(1) 资源层:这些资源包括已建和在建的各类空间数据库(包括基础地理数据库、地物波谱库和遥感信息模型库等)、各种信息处理设备(包括超级计算机、PC、PDA 等)、各种存储设备(大型磁盘阵列等)、各种空间信息获取仪器(包括航空/航天遥感器、地面遥测设备等),它们通过 Internet 或各种无线通信设施实现物理连接。

(2) 服务层:提供一个空间信息一体化管理与处理平台,为综合使用各类资源提供数据存储、组织管理、分发、检索和处理等服务,主要包括遥感信息定量处理软件、大型地理信息系统、空间信息搜索引擎、空间数据和信息整合与组织管理、空间信息智能处理、空间信息在线分析处理和各种服务规范/协议等。

(3) 应用层:提供一个面向应用领域的空间信息集成应用环境,即在上述空间信息网格服务层的基础上,面向各个具体应用领域,就空间信息的使用模式和使用特点,提供空间信息使用政策和协议、应用软件工具、应用开发平台等,建立空间数据处理与信息服务集成环境。

## 4 空间信息网格的研究重点与关键技术

### 4.1 空间信息网格的研究重点

空间信息网格是要利用现有的网络基础设施、

协议规范、Web 和数据库技术,为用户提供一体化的智能信息平台,其目标是创建一种架构在 OS 和 Web 之上的基于 Internet 的新一代信息平台 and 软件基础设施。在这个平台上,信息的处理是分布式、协作和智能化的,用户可以通过单一入口访问所有信息。信息网格追求的最终目标是能够做到服务点播(Service On Demand)和一步到位的服务(One Click Is Enough)。因此,空间信息网格的体系结构、信息表示和元信息、信息的连通性、智能化特性及安全技术等是目前空间信息网格研究的重点。

从 C/S 发展到 B/S 是体系结构的一个飞跃。目前,信息网格体系结构研究的重点是底层的信息存储、表示、对外发布、呈现给用户的各层应用程序、逻辑分层、实现和集成以及各中间层的数据存储、接口界面、通信机制等。信息的表示体现 2 个方面:其一是将信息存储于数据库或其他存储介质中的表示;其二是将其呈现给用户时的界面表示<sup>[3]</sup>。元信息使得各种信息可以通过元素属性与值之间的关系来表达。信息的连通性是相对于信息“孤岛”而言的。信息“孤岛”是指将信息简单地堆积在一起,要寻找它们往往只能通过搜索程序或固定的渠道;而信息的连通性是把有一定关系(包括语义和逻辑)的数据从逻辑上连接在一起,在不考虑安全限制的前提下,从一个信息源可以到达连通的其他任何信息源。虽然这些信息可能存储在不同的位置,但对访问者来说,它们就像是存储在同一位置,访问者不必关心它们的实际存储位置。要真正解决信息的连通性,信息网格就必须解决与信息表示和用户个性化密切相关的信息连通性模型的定义与实现。

### 4.2 空间信息网格的关键技术

#### 4.2.1 网格及网格计算的关键技术

网络结点:网络结点就是网格计算资源的提供者,它包括高端服务器、集群系统、MPP 系统大型存储设备、数据库等。这些资源在地理位置上是分布的,系统具有异构特性。

宽带网络系统:宽带网络系统是在网格计算环境中,提供高性能通信的必要手段。通信能力的好坏对网格计算提供的性能影响甚大,要做到计算能力“即连即用”,必须有高质量的宽带网络系统支持。用户要获得延迟小、可靠的通信服务也离不开高速的网络。

资源管理和任务调度工具:计算资源管理工具

要解决资源的描述、组织和管理等关键问题。任务调度工具的作用,是根据当前系统的负载情况,对系统内的任务进行动态调度,提高系统的运行效率。

应用层的可视化工具:网格计算的主要领域是科学计算,它往往伴随着海量的数据。如果把计算结果转换成直观的图形信息,就能帮助研究人员摆脱理解数据的困难,这就要研究能在网格计算中传输和读取的可视化工具,并提供友好的用户界面。

#### 4.2.2 空间信息网格的关键技术

空间信息网格关键技术除了一般网格及网格计算的关键技术外,还包括超大规模空间数据的存储与管理、多源空间信息资源共享与融合技术、空间数据元数据及其服务技术、空间信息网格服务(网格资源信息服务、网格性能信息服务、网格服务信息服务等)技术、空间信息系统之间的协同工作问题及空间信息网格环境下的地理空间数据可视化等。

### 5 空间信息网格的应用前景

网格计算是伴随互联网迅速发展起来的,是专门针对复杂科学计算的新型计算模式。这种计算模式是利用互联网把分散在不同地理位置的电脑组织成一个“虚拟的超级计算机”,其中每一台参与计算的计算机就是一个“节点”,而整个计算是由成千上万个“节点”组成的“一张网格”,所以这种计算方式叫网格计算。这样组织起来的“虚拟的超级计算机”有两个优势:一个是数据处理能力超强;另一个是能充分利用网上的闲置处理能力。

实际上,网格的广泛市场来源于它的应用需求,主要体现在 3 个方面。首先,网格能够充分实现应用层面的互联互通,消除信息孤岛,从而让应用更方便、更有效;其次是基于国际标准,有利于升级维护,可为用户提供更多的选择,同时也可以间接保护投资;再者,网格还可以使信息系统的管理维护更加方便,更加有利于总体的统一部署、运行、监控、维护和技术改造。目前国外科研、气象、铁道、电信等行业已有诸多网格的成功应用案例。

我国的许多行业,对高性能计算网格即空间信息网格的需求是非常巨大的。首先是网格在信息地质中的应用,例如利用空间信息网格可以进行地质环境仿真、地震预报、油藏模拟、矿产勘探等;其次是网格在数字城市中的应用,例如数字城市空间信息服务集

成,特别是城市突发事件应急响应,如火灾、地震、洪水、台风等;第三,网格在电子政务中的应用,例如利用空间信息网格辅助政府决策,包括城市规划、重大工程选址等;第四,空间信息网格在数字流域中的应用,例如利用空间信息网格进行整个流域的数字模拟,包括洪水演进、流域生态、坝位选址等。另外,在能源、交通、气象、农林、教育、环保及生物技术等领域,空间信息网格也有着广泛的应用前景。

### 6 结束语

目前,大多数企业已经利用成熟的 Web 技术建立了对外信息发布窗口。不论是员工还是客户,只要打开浏览器,简单地移动鼠标就可以获得想要的任何信息。然而,人们面临的是一个信息爆炸的时代,各种信息成指数的快速增长,而现有的 Web 信息服务器就好像 Internet 世界上一个个孤立的小岛。虽然这些“小岛”之间暂时还有充足的带宽资源可用,但大量的信息还是被“锁”在各个小岛的中央数据库里,各“孤岛”之间并不能按照用户的指令进行有意义的交流。解决这一问题的最佳途径是建立跨越 Web 的信息分布和集成应用程序逻辑——空间信息网格。

因为空间信息网格能够把整个互联网整合成一台巨大的超级计算机,实现计算资源、存储资源、通信资源、软件资源、信息资源、知识资源的全面共享以及进行超大型计算,所以不难预测,与万维网一样,原来为科研服务的信息网格也会很快服务于信息传媒、传统产业、电子商务、生活娱乐等各个领域。可以确信,在不久的将来,空间信息网格必将会得到迅速、广泛地应用。

### 参考文献:

- [1] Ian Foster, Carlkessa Iman, Steven Tuecke. The anatomy of the grid: Enabling scalable virtual organizations [J]. International Journal Supercomputer Applications, 2001, 15(3): 200 - 222.
- [2] 龚强. 谈网格及网格计算功效 [N]. 中国测绘报, 2004 - 07 - 13 (3).
- [3] 陆守一, 唐小明, 王国胜. 地理信息系统实用教程 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1998, 9.

(下转第 35 页)

(3) 加强济阳拗陷区及临清拗陷区东营组热储层和隆起区寒武—奥陶系灰岩热储的研究和开发利用。根据不同区域,以馆陶组热储为主、东营组和寒武—奥陶系灰岩热储为辅分层开采,优化地热资源开发配置。

(4) 为充分利用地热资源,防止资源枯竭和地面沉降等环境问题的发生,在地热资源集中开采地段,开展人工回灌试验勘查研究工作,使地热资源长期造福人类,促进社会经济可持续发展。

(5) 加强地热研究,建立地热监测系统。根据监测信息,指导地热资源开发管理。

(6) 以监测为基础,以资源和环境保护为根本,

以经济为杠杆,实行梯田开发、综合利用,建立供暖—洗浴、游泳、温水养殖—冬季种植供暖—回灌、废水排放等完善的地热开发、利用、管理科学体系,最大限度的开发利用地热资源。

### 参考文献:

- [1] 刘桂仪,孟庆峰. 德州市低温地热资源及开发利用研究[A]. 中国地质学会.“九五”全国地质科技重要成果论文集[C]. 北京:地质出版社,2001,628-632.
- [2] 颜世强,刘桂仪. 德州市地热资源及开发利用[J]. 山东地质,2001,17(2):48-52.

## Exploitation and Protection of Geothermal Resource in Dezhou City

WANG Yan - jun , WANG Zhen - guo , WANG Yan , JI Yan - mei , XU Yong  
(Lubei Geo - engineering Exploration Institute , Shandong Dezhou 253015 , China)

**Abstract :** Geothermal resource in Dezhou city belongs to low - temperature type , which mainly occurs in cracks of Neogene and Paleogene sandstone. Geotherm in Dezhou city was explored and utilized in 1997 , which developed very rapidly. Thus , its exploitation and protection have become an important subject in geological environment protection. According to geological condition and present exploitation and utilization condition of geothermal resource in Dezhou city , geological environment efficacy is analysed in this paper. On these basis , some suggestions are put forward as follows: resource and environment should be protected , exploitation and management of geothermal resource should be strengthened , development equipment should be renewed , artificial recharge experiment should be carried out and monitoring system and scientific system of geotherm utilization , exploitation and management should be established , etc.

**Key words :** Geothermal resource ; reservoir condition ; exploitation and protection ; Dezhou in Shandong province

(上接第 30 页)

## Study on Space Information Network

PAN Bao - yu , WEN Xiang - dong  
(Shandong Geo - mapping Institute , Shandong Jinan 250011 , China)

**Abstract :** Network is a new concept which was put forward in 90's in 20 century pointing to some difficulties in scientific field. It combines measuring resource in different locations into resource concentration. Thus , it can provide a high resource ability for measuring , managing and serving. According to statistics , space information can hold 80 % in total information amount. Accompanying with continuous increase of social development and national economy , space information will be needed greatly. Network technology can provide a new way for gaining and conducting space information , which has a wide application future in space information field.

**Key words :** Network technology ; space information ; resource concentration